الباب الثالث

الإطار العملي

الفصل الأول

3-1 مقدمة:

تتأثر مقاومة الخرسانة بعدة عوامل منها مايتعلق بمكونات الخرسانه وكذالك بعمر الإنضاج ونمو المقاومه وكيفيه ودرجه المعالجه وايضاً هنالك عوامل تتعلق بتصنيع الخرسانة من الخطأ فى وزن المواد والخلط أو زمن الخلط أو درجة الدمك ، لذلك تم تثبيت جميع العوامل السابق ذكرها وتم تغيير نسب مادة *الفوم* المستخدم كنسبه وزنيه من وزن الأسمنت .

فى هذا الباب تم تصميم عدد من الخلطات الخرسانية بإضافة مادة الفوم (الفلين) وبدون مضاف وإجريت عليها كل من إختبار الهبوط وإختبار مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة فى عمر (7 يوم) وكذلك في عمر (28يوم) لخلطات تم فيها إضافة *مادة* الفوم بنسب(2.5، 3،4، 6%) وتم صب ستة مكعبات لكل نسبة.

وجد أن إضافة *مادة الفوم* تؤثر سلباً على كل من لدونة وجودة الخرسانة وكلما أضيفت بنسبة أكبر زادت اللدونة وقلت مقاومة الخرسانة للضغط.

3-2 التجارب الأولية على الركام:

3-2-1 التدرج الحبيبي:-

جدول(3-1) يوضح نتائج إختبارات التدرح الحبيبي

المناخل		وزن المحجوز(g)	نسبة المحجوز (%)	نسبة المار (%)
mm	In			
19.5	¾	762	25.4	74.6
12.5	½	1437	47.9	26.7
10.5	3/8	338.5	18.6	8.1
4.45	3/16	48	1.6	6.5
Pan		194.5	6.48	

الون الكلي للركام= 3000 g

3-2-2 إختبار تعيين نسبة الإمتصاص:

جدول(3-2) يوضح نتائج إختبارات إمتصاص الخرسانة

رقم الوعاء	وزن الوعاء فارغ(w1) (g)	وزن الوعاء+العينة(w2) (g)	وزن العينة بعد الإمتصاص(w3) (g)	نسبة الإمتصاص (%)
N1	22.82	121.02	121.62	0.49
N2	20.45	129.63	130.2	0.42
N3	21.83	137.91	138.7	0.6

- **الحسابات:-**

يتم حساب نسبة الإمتصاص من القانون الاتي

$$\frac{(W3-W2)}{W2} * 100$$

نسبة الامتصاص تساوي $0.5 = \frac{0.49+0.42+0.6}{3}$

- الخلاصة : وجد ان نسبة الامتصاص = 0.5%

3-2-3 تعيين الثقل النوعي للركام:

جدول(3-3)يوضح نتائج إختبارات الثقل النوعي

رقم الإسطوانة	وزن العينة(W1) (g)	وزن العينة والإسطوانة(W3) (g)	وزن العينة والإسطوانة والماء(W3) (g)	وزن الإسطوانة والماء(W4) (g)	G.S
G1	497.7	870.4	1719.4	1489.3	2.62
G2	549.1	800.0	1699.7	1546.7	2.56
G3	577.9	959.3	1795.0	1561.1	2.59

- **الحسابات**

يحدد الوزن النوعي للركام(G.S) بتعيين حجم الماء المزاح بواسطة وزن معلوم وحجم محدد

$$G.S = \frac{W2-W1}{(W4-W1)(W3-W2)}$$

الثقل النوعي للركام $= \frac{2.62+2.56+2.59}{3} = 2.59 \approx 2.6$

- **الخلاصة:-**

أجريت التجربة ووجد أن الثقل النوعي للركام يساوي % 2.6

3-3 التجارب التي تجرى على الأسمنت:-

جدول (3-4)يوضح نتائج التجارب التي تجرى على الأسمنت

رقم التجربة	اسم التجربة	النتيجة	المواصفات القياسية البريطانية رقم (12 لسنة1996م)
1	نسبة الماء القياسية(%)	32%	26% - 33%
2	العجينة القياسية (قراءة جهاز فيكات) (mm)	5	4 - 6
3	زمن الشك الإبتدائي (دقيقة)	145	لايقل عن 45 دقيقة
4	زمن الشك النهائي (دقيقة)	340	لايزيد عن 10 ساعات
5	النعومة (%)	1%	لا تزيد عن 10 %

3-4 الإختبارات التي تجرى على الرمل:

3-4-1 نسبة الشوائب في الرمل:

وجد أن نسبة الشوائب 8 4.0% وهي أقل من نسبة الشوائب القياسية 8.0%

3-4-2 إختبار الوزن النوعي للرمل:-

بعد إجراء الإختبار وجد أن الوزن النوعي للرمل 2.71

3-4-3إختبار نسبة الإمتصاص للرمل:

تم التحقق من التجربة ووجد أن نسبة الإمتصاص تساوي 4.09 %

3-4-4 التدرج الحبيبي للرمل:

جدول (3-5)يوضح نتائج التدرج الحبيبي للرمل

فتحات الغرابيل (mm)	المحجوز (g)	النسبة المئوية للمتبقي(%)	النسبة المئوية للمار (%)
10	0	0	100
5	11.2	1.62	98.38
2.36	64.58	9.32	90.68
1.18	189.4	27.36	72.64
0.6	392.9	56.76	44
0.3	567.5	81.98	18.02
0.15	659.9	95.33	4.67
Total weight	692.2	100	0

الفصل الثاني

2-3 تصميم الخلطة الخرسا نية:

1-2-3 مقدمة:-

تصميم الخلطات الخرسانية يعني تحديد القيم النسبية لمكوناتها بما يتفق مع المتطلبات المرغوبة لعمل معين.ويكون ذلك بإستخدام نسب ثبتت فعاليتها من الخبرة وتسمى بالنسب الوضعية ،وقد يكون بطرق حسابية مبنية على أساس فني تتضمن خواص المواد المستخدمة والخواص المطلوبة في الخرسانة المتصلدة (مثل مدى المقامة للأحمال ومدى المقاومة للبري) والإشتراطات التي تتطلبها خطوات صناعة الخرسانة مثل السهولة المناسبة للصب والتسوية النهائية لسطح الخرسانة. وذلك مع مراعاة التكاليف الإقتصادية حسب نوع العمل الإنشائي المطلوب، وهذه الطرق الحسابية تهدف إلى إستخدام المواد الموجودة لنحصل منها على خرسانة ذات خواص مطلوبة في الحالتين الطرية والمتصلدة وذلك بأقل التكاليف، ويمكن إعتبار أن مقامة الخرسانة للضغط تبين مدى جودة الخرسانة المتصلدة كما تعبرقيمة الهبوط عن مدى جودة الخرسانة الطرية.

ويعتبر تحديد نسب الخلطة الخرسانية من أهم العوامل التي تؤثر على جودة الخرسانة وعلى إقتصاديات المشروع فمن الممكن الحصول على خرسانة متباينة في جودتها وثمنها بالرغم من أن جميعها تتكون من نفس المواد. ويعتمد الإقتصاد النسبي للخلطات الخرسانية على أسعار مكوناتها وعلى إجور العمال وتكاليف النقل لتلك المكونات. ويعتبر الأسمنت أحد المكونات الاساسية للخرسانة لذلك تؤثر نسبة وجوده تأثيراً كبيراً على تكاليفها نظراً لإرتفاع ثمنه بالنسبة لباقي مكونات الخلطة ولهذا فهنالك مضافات أخرى للخلطة الخرسانية عدا المكونات الأساسية وهذه المضافات يتم إستخدامها للحصول على صفات معينة وفي هذا البحث سوف يتم التطرق لاستخدام مادة البوليسترين كمضاف للخلطة الخرسانية، حيث تم إستخدام نسب مختلفة من حبيبات البوليسترين (الفلين) كنسبة من وزن الأسمنت وقد تم إختيار هذه المادة بسبب كثافتها المنخفضة مقارنة مع أنواع الركام الأخرى إضافة لتوفرها بنسب كبيرة في النفايات البشرية كما تجدر الإشارة إلى أن هذه المادة تتميز بأن لها قدرة كبيرة على العزل الحراري والعزل الصوتي.

3-2-2طرق تصميم الخلطات الخرسانية:-

3-2-2-1 الطريقة الوضعية:-

تحدد هذه الطريقة نسباً لمكونات الخلطةالخرسانية نتيجة الخبرة السابقة للإستعمال بنجاح وقد اثنتت هذه الطريقة ملائمتها وصلاحيتها للعمليات الصغيرة نظراً لسهولتها حيث تعطي المواد الصلبة على هيئة نسب بالوزن أو الحجم وقد تحدد كمية الماء اللازم أو تترك مع مراعاتها أثناء عملية الخلط.

وعيوب هذه الطريقة تتلخص في النقاط الآتية:-

1) نسبة الماء إلى الأسمنت (م/س) غير محددة ومتروكة لظروف العمل
2) النسبة المذكورة لاتعطي متراً مكعباً في جميع الحالات
3) لايمكن الحصول على بيانات صحيحة لخواص الخرسانة الناتجة وكذالك لايمكن توقع قيمة دقيقة لمقاومة الضغط لهذه الخرسانة

3-2-2-2 طريقة الحجم المطلق:-

تفترض هذه الطريقة إن الحجم المطلق للخرسانة هو مجموع الحجوم المطلقة للمواد المكونة للخرسانة من حصى ورمل وأسمنت وماء.

3-2-2-3 طريقة المحاوله:-

تعتمد هذه الطريقة على معرفة نسبة (م/س) في الخلطة الخرسانية ويلزم عمل إختبارات مقارنة بين المواد المختلفة والخلطات المتباينة.وتعتمد هذه الطريقة على منحنيات خاصة تساعد في تصميم الخللطة الخرسانية .

3-2-2-4 تصميم الخلطة بإستخدام المخططات:-

المعطيات

- الهبوط (30-10mm)
- الإنحراف المعياري =N8
- نوع الركام (غير مكسور)
- المقاس الإعتباري الأكبر للركام = 20 mm
- أقصى نسبة ماء للأسمنت = 0.55
- نوع الأسمنت (أسمنت بروتلاندي عادي)
- نسبة المار 70%
- المقاومة المميزة = 25 N/mm^2

- نسبة التالف = 2.5%

Solution :-

K=1.96

الهامش = k × الانحراف المعياري

$1.96*8=16\ N/mm^2$

المقاومة المتوسطة = المقاومة المميزة + الهامش

$25+16=41\ N/mm^2$

من Table(2) : المقاومة المطلوبة = $42\ N/mm^2$

من Table(3) : كمية الماء = $160\ Kg/m^3$

من Figure(4) : W/C = 0.55

$160/C = 0.55$

$C = 291\ Kg/m^3$

من Figure(5) : الكثافة الكلية للخرسانة = $2400\ Kg/m^3$

الوزن الكلي للركام :

$2400 – 291 – 160 = 1949\ Kg/m^3$

من Figure(6) : بناءاً على نسبة المار وجد أن نسبة الركام الناعم = 32%

وزن الركام الناعم = $623.68\ Kg/m^3$

وزن الركام الخشن :

$1949 – 623.68 = 1325.32\ Kg/m^3$

الفصل الثالث:-

3-3 الاعمال على الخرسانة التي تحتوي على الفوم:

3-3-1 تحديد وزن المواد المكونة للخلطة:

تم عمل خلطات التجريبية لعمل المكعبات التي تجرى عليها الإختبارات وقد تم عمل ستة مكعبات من كل نسبة وذلك لكي نقوم بإختبار الكسر مرتين بعد إسبوع وبعد 28 يوم وهذا الجدول يوضح الكميات الكافية لعمل ستة مكعبات من كل نسبة.

جدول(3-6) يوضح اوزان ومكونات الخلطات التجريبية

الركام (g)	الرمل (g)	الأسمنت (g)	الماء ml	نسبة المضاف %	كمية المضاف (g)
9675	4980	2145	1350	0	0
9675	4980	2145	1400	2.5	55.77
9675	4980	2145	1500	3	64.35
9675	4980	2145	1700	4	85.8
9675	4980	2145	1900	6	128.7

3-3-2 طريقة خلط الخرسانة:-

تم خلط المواد يدوياً ، وذلك لضمان تجانس الخلط حيث إن إستخدام الخلاط الكهربائي يؤدي إلى تطاير حبيبات البولي إسترين بسبب إنخفاض كثافتها، بالنسبة لمكونات الخليط الأخرى. ويمكن إيجاز خطوات الخلط في مايلي:

1. إضافة الاسمنت إلى الرمل والركام مع إستمرار عملية الخلط لحين الوصول إلى لون متجانس للخليط.
2. إضافة كمية مناسبة من ماء الخلط لترطيب الخليط.
3. إضافة حبيبات البوليسترين إلى الخليط مع الخلط المستمر.
4. إضافة الكمية المتبقية من ماء الخلط مع إستمرار عملية الخلط لحين تجانس الخليط.

3-3-3 صب ورص الخرسانة:-

1) يتم طلاء الاوجة الداخلية للقوالب الحديدية بطبقة من الزيت.
2) وضع الخليط الخرساني في ثلاثة طبقات متساوية في السمك تقريباً
3) رص الخليط بإعتماد إسلوب الدك اليدوي وذلك باستخدام قضيب معدني لتعذر إستخدام الهزاز الكهربائي الذي يؤدي إلى إنفصال حبيبات البوليسترين.

3-3-4 الإنضاح:-

بعد الإنتهاء من عملية الصب تركت القوالب لمدة 24 ساعة، ثم رفعت القوالب وتم غمر النمازج في الماء لحين موعد الفحص.

3-3-4 فحوصات الخرسانة ونتائجها:-

لقد أجري فحص مقاومة الخرسانة بعمر 7و 28 يوم للقطع الخرسانية المصبوبة وبمعدل ثلاثة مكعبات لكل نسبة في كل فتره وتم الحصول على النتائج التالية.

جدول (3-7) يوضح نتائج مقاومة الضغط بنسبة0% من المضاف

رقم المكعب	وزن المكعب	المقاومة بعد 7 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	المقاومة بعد 28 يوم	متوسط المقاومةN/mm^2	الهبوط mm
1	2559.5	21.5	21	32	33	25
2	2660	12		34		
3	2549.5	20.5		33		

جدول(3-8) يوضح مقاومة الضغط بإستخدام نسبة 2.5% من الفوم

رقم المكعب	وزن المكعب	المقاومة بعد 7 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	المقاومة بعد 28 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	الهبوط mm
1	2340.5	11	18.5	23.5	25	21
2	2288	19		27		
3	2352	18		24.5		

جدول (3-9) يوضح نتائج مقاومة الضغط بإستخدام نسبة 3% من الفوم

رقم المكعب	وزن المكعب	المقاومة بعد 7 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	المقاومة بعد 28 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	الهبوط mm
1	2196.5	11	11.5	13.2	14.5	17
2	2250.5	7.5		16.5		
3	2216.5	12		14.8		

جدول (3-10) يوضح مقاومة الضغط بإستخدام نسبة4% من الفوم

رقم المكعب	وزن المكعب	المقاومة بعد 7 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	المقاومة بعد 28 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	الهبوط mm
1	2061	8.5	8.5	13.3	11	17
2	2009	8		9.4		
3	2125	9		10.3		

جدول (3-11) يوضح مقاومة الضغط بإستخدام نسبة 6% من الفوم

رقم المكعب	وزن المكعب	المقاومة بعد 7 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	المقاومة بعد 28 يوم	متوسط المقاومة N/mm^2	الهبوط mm
1	1852	3	3.33	7	6.5	17
2	1809	4		5.5		
3	1829	3		7		

الفصل الرابع:

4-3 تحليل النتائج:-

3-4-1 الخرسانة المحتوية على مادة الفوم:-

3-1-4-1 عند إستخدام نسبة 2.5% من الفوم:-

مقاومة ضغط الخرسانة في في فترة 28 يوم تساوي $25N/mm^2$

نسبة المقاومة = 25/25 = 1

3-1-4-2 عند إستخدام نسبة3% من مادة الفوم:-

وجد ان مقاومة ضغط الخرسانة المحتوية على هذه النسبة في 28 يوم تساوي $14.5N/mm^2$

نسبة المقاومة = 14.5/25 = 0.58

3-1-4-3 عند إستخدام نسبة 4% من مادة الفوم:-

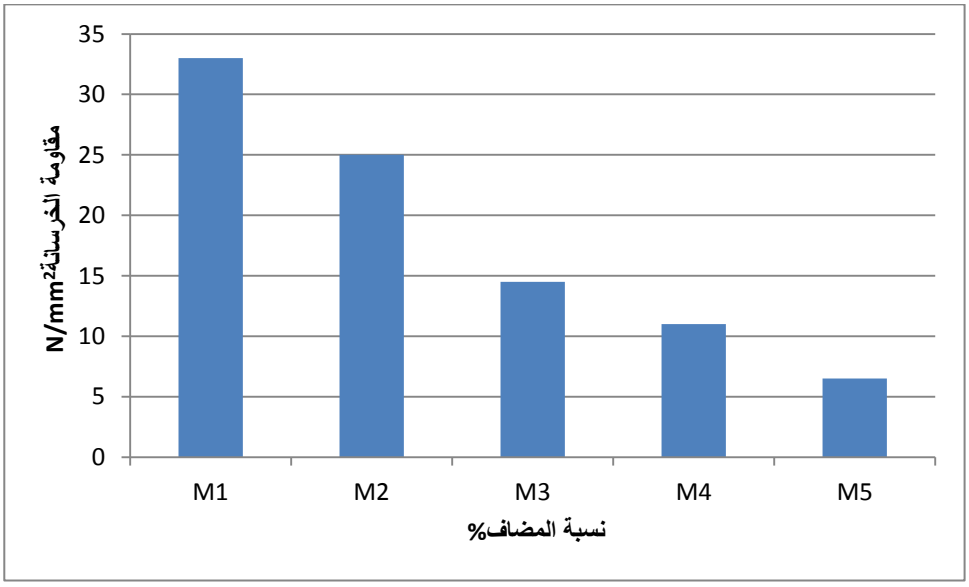
مقاومة ضغط الخرسانة في 28 يوم تساوي $11N/mm^2$

نسبة المقاومة = 11/25 = 0.44

3-1-4-4 عند إستخدام نسبة 6% من مادة الفوم:-

مقاومة الضغط للخرسانة في 28 يوم تساوي $6.5N/mm^2$

نسبة المقاومة = 6.5/25 = 0.26



المخطط (4-1) يوضح العلاقة بين مقاومة الخرسانة ونسبة المضاف

تم حساب الكثافة للخرسانة المحتوية على مادة الفوم (الفلين) وذلك بأخذ متوسط الأوزان لثلاثة مكعبات لكل خلطة مقسوماً على حجم المكعب

جدول يوضح (3-12)العلاقة بين الكثافة ونسبة المضاف

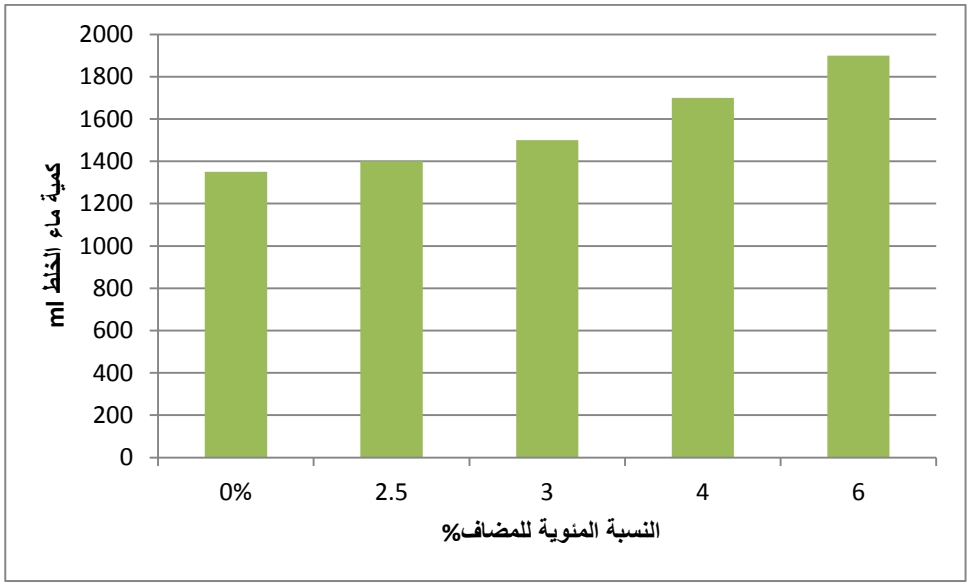
نسبة المضاف(%)	كثافة الخرسانة المحتوية على الفوم
0	2600
2.5	2300
3	2100
4	2000
6	1800

المخطط (4-2) يوضح العلاقة بين نسبة المضاف وكثافة الخرسانة

اوضحت التجارب ان كمية ماء الخلط تتناسب طردياً مع نسبة المضاف كما يوضح الجدول ادناه.

جدول(3-13)يوضح العلاقة بين نسبة المضاف وكمية الماء

نسبة المضاف %	كمية الماء (ml)
0	1350
2.5	1400
3	1500
4	1700
6	1900



المخطط (3-4) يوضح العلاقة بين كمية ماء الخلط ونسبة المضاف

3-4-2 مناقشة النتائج:-

لوحظ من خلال المخطط (4-1) إن مقاومة الخلطة الخرسانية العادية أكبر بنسبة 132% من تلك التي صممت عليها الخلطة.

أما الخلطة التي أضيفت إليها نسبة 2.5% من الفوم فمقاومتها مساويه تماماً للمقاومة التصميمية، بعد ذلك تقل المقاومة بحيث لاتصلح للإستخدام في المقاطع النشائية المحملة حيث تقل المقاومة عند إستخدام نسبة 3% من الفوم إلى 58% ، وعند إستخدام نسبة مضاف 4% تقل المقاومة إلى 44%، أما عند إستخدام نسبة مضاف 6% فتقل المقاومة بدرجة كبيرة جداً لتصل إلى 26%.

كما اوضح المخطط (4-2) إن الخرسانة العادية بدون إضافة مادة الفوم ذات كثافة أعلى من تلك التي أضيفت إليها مادة الفوم، وكلما ذادت نسبة المضاف قلت الكثافة بشكل ملحوظ.

من مخطط (4-3) لوحظ إن كمية ما الخلط تتناسب طردياً مع نسبة المضاف فكلما ذادت نسبة المضاف أدى ذلك لزيادة كمية الماء.